



(19)

(11) Publication number:

11346141 A

Generated Document.

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN(21) Application number: **10150374**(51) Intl. Cl.: **H03H 9/25**(22) Application date: **29.05.98**

(30) Priority:

(43) Date of application publication: **14.12.99**

(84) Designated contracting states:

(71) Applicant: **KYOCERA CORP**(72) Inventor: **ITO MIKI
OTSUKA KAZUHIRO**

(74) Representative:

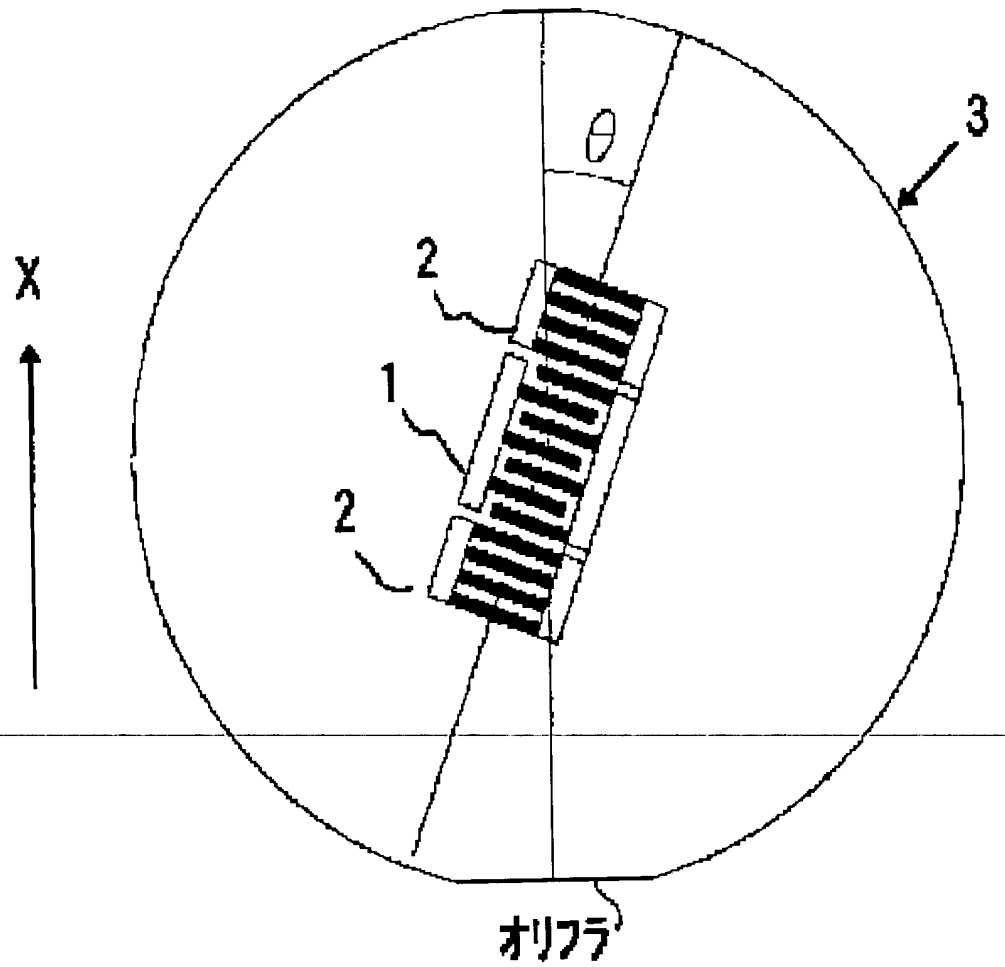
**(54) SURFACE ACOUSTIC
WAVE DEVICE**

(57) Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a surface acoustic wave filter which sets the cut angle of a piezoelectric substrate and the carrier direction of an SAW to an optimal direction, enables formation of a SAW resonator having characteristics in which Δf is increased and has wideband filter characteristics.

SOLUTION: This device is a surface acoustic wave device S, which is composed by disposing a comb-shaped excitation electrode 1 on at least one of main surfaces of a piezoelectric substrate. The piezoelectric substrate is composed of a niobic acid lithium single-crystal of 61° to $67^\circ Y$ cut and an angle made by the carrier direction of the surface acoustic wave generated by the excitation electrode 1 and an X-axis of the single crystal is set in the range between 2° and 7° .

COPYRIGHT: (C)1999,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-346141

(43) 公開日 平成11年(1999)12月14日

(51) Int.Cl.⁶
H 0 3 H 9/25

識別記号

F I
H 0 3 H 9/25

C

審査請求 未請求 請求項の数1 O L (全 5 頁)

(21) 出願番号 特願平10-150374
(22) 出願日 平成10年(1998) 5 月29日

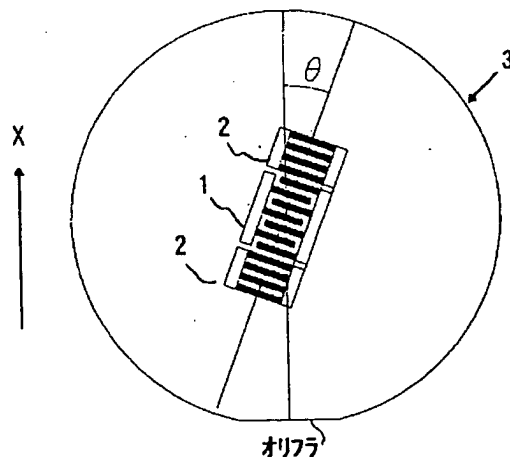
(71) 出願人 000006633
京セラ株式会社
京都府京都市伏見区竹田島羽殿町 6 番地
(72) 発明者 伊藤 幹
京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 5 番地 京
セラ株式会社中央研究所内
(72) 発明者 大塚 一弘
京都府相楽郡精華町光台 3 丁目 5 番地 京
セラ株式会社中央研究所内

(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置

(57) 【要約】

【課題】 圧電基板のカット角やSAW の伝搬方向が最適な方向に設定し、 Δf が増加した特性を持つSAW 共振子を形成可能とし、広帯域なフィルタ特性を持つ弾性表面波フィルタを提供すること。

【解決手段】 圧電基板の少なくとも一主面上に、櫛歯状の励振電極 1 を配設して成る弾性表面波装置 S であって、前記圧電基板が $61^{\circ} \sim 67^{\circ}$ Yカットのニオブ酸リチウム単結晶から成るとともに、励振電極 1 により発生した弾性表面波の伝搬方向と単結晶の X 軸のなす角度が $2^{\circ} \sim 7^{\circ}$ であるものとする。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 圧電基板の少なくとも一主面上に、櫛歯状の励振電極を配設して成る弾性表面波装置であって、前記圧電基板が $61^{\circ} \sim 67^{\circ}$ Yカットのニオブ酸リチウム単結晶から成るとともに、前記励振電極により発生した弾性表面波の伝搬方向と前記単結晶の X 軸のなす角度が $2^{\circ} \sim 7^{\circ}$ であることを特徴とする弾性表面波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、例えば自動車電話および携帯電話等の移動体無線機器等に内蔵される周波数帯域フィルタやデュプレクサ等に好適な弾性表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 近年、移動体通信用の周波数帯域フィルタは広帯域化が要求されるようになってきており、中心周波数に対する通過帯域幅の比率は、例えば中心周波数 942MHz に対して、35MHz (約 3.7 %) に増加している。また、温度によるフィルタ特性のシフト分と、製造時の特性ばらつき分とを考慮し、通常は通過帯域幅は上記要求より大きめ (例えば約 50MHz、約 5.3 %) に設定する必要がある。

【0003】 従来の単純化した弾性表面波 (Surface Acoustic Wave、以下、SAW とする) フィルタの例を図 2 に示す。同図は移動体通信用のラダー型 (梯子型) の SAW フィルタであって、2.5 段 π 型と称される SAW フィルタ S の回路図を模式的に示したものである。

【0004】 図 2 において、11、12 は直列 SAW 共振子、13~15 は並列 SAW 共振子、1 は所定数の電極指から成る 1 対の櫛歯状の励振電極である IDT (Inter Digital Transducer) 電極、2 は IDT 電極 1 の SAW 伝搬路の両端に設けられ、SAW を効率良く励振させるための梯子型の反射器である。そして、直列 SAW 共振子 11、12 と並列 SAW 共振子 13~15 を並列、直列交互に多段接続して SAW フィルタ S を構成している。また、図 3 は上記 SAW 共振子の基本構成を示す平面図である。このような SAW フィルタは、例えば LiTaO₃ (タンタル酸リチウム) 単結晶や LiNbO₃ (ニオブ酸リチウム) 単結晶等の圧電基板の主面上に、アルミニウム等から成る励振電極が配設されている。なお、図 3 について電極指の数等は、簡単のため単純化しており、正確に表現したものではなく、以下に説明する各図においても、一般に電極指の本数は数 10~数 100 本に及ぶため図示を簡略化している。

【0005】 図 5 は図 3 に示すような SAW 共振子 A をインピーダンスアナライザ等に接続し入力インピーダンス (Z_{in}) の周波数特性図である。同図において、横軸は周波数、縦軸は Z_{in} の絶対値 $|Z_{in}|$ である。また f_1 は $|Z_{in}|$ が最小となる周波数 (共振点) であり、 f_2 は $|Z_{in}|$ が最大となる周波数 (反共振点) である。

【0006】 共振点 f_1 と反共振点 f_2 は SAW フィルタを構成する上で重要であり、共振点 f_1 と反共振点 f_2 との周波数幅 Δf が、SAW フィルタの通過帯域幅を決定する大きな要因となっている。また、この Δf を増加させることが、通過帯域幅の増加につながるため、 Δf を増加させる手法が種々検討されており、特に電極形状を工夫して Δf を増加させる方法が検討されている。

【0007】 例えば、図 4 に示すように Δf を増加させる SAW 共振子 B が提案されている。この SAW 共振子 B は IDT 電極 1 の電極指と電極指との間隔 d を順次増加 (減少) させた構造、いわゆるチャープ型電極となっている (例えば、特開平 9-130201 号公報等を参照)。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記のようにチャープ型電極の設計に従って SAW 共振子を作製しても、共振点 f_1 に好ましくないスプリアス共振が発生することがあり、これにより SAW 共振子を直並列に接続した弾性表面波フィルタにおいて、良好なフィルタ特性が得られないという問題が生じる。このようなスプリアス共振の一例を入力インピーダンス (Z_{in}) の周波数特性図である図 6 に示す。

【0009】 上記のように電極構造を工夫して Δf を増加させる方法が好ましい結果にならない原因の一つとして、圧電基板のカット角や SAW の伝搬方向が最適な方向になされていないことが挙げられる。

【0010】 例えば、LiNbO₃ 単結晶の場合、 64° Y カット角で弾性表面波の伝搬方向と X 軸が一致するものが一般的であり、 Δf を共振点の周波数 f_1 で規格化した値 $\Delta f/f_1$ は約 5 % 程度である。すなわち、 Δf は圧電基板のカット角や SAW の伝搬方向で決定される材料特性で、概ね増加することができる範囲が決まっている。

【0011】 本発明は上記事情に鑑みて完成されたものであり、その目的は従来と同様のチャープ型でない電極構造でありながら、 Δf が増加した特性を持つ SAW 共振子を形成可能とし、広帯域なフィルタ特性を持つ弾性表面波フィルタを提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】 本発明の弾性表面波装置は、圧電基板の少なくとも一主面上に、櫛歯状の励振電極を配設して成る弾性表面波装置であって、前記圧電基板が $61^{\circ} \sim 67^{\circ}$ Y カットのニオブ酸リチウム単結晶から成るとともに、前記励振電極により発生した弾性表面波の伝搬方向と前記単結晶の X 軸のなす角度が $2^{\circ} \sim 7^{\circ}$ であることを特徴とする。

【0013】

【発明の実施の形態】 本発明に係る SAW 装置の実施形態について図面に基づき詳細に説明する。

【0014】 図 1 は LiNbO₃ 単結晶と SAW 共振子の SAW 伝搬方向との関係を示す平面図である。図 1 において、1 は互いに噛み合うように形成された櫛歯状の励振電極で

あるIDT電極、2はIDT電極の両端のSAW伝搬路上に設けられた梯子型の反射器、3は $61^{\circ} \sim 67^{\circ}$ YカットのLiNbO₃単結晶(圧電基板を切り出すためのウェハ)の上面図である。なお、SAW伝搬方向はIDT電極および反射器の電極指に対して垂直であり、LiNbO₃単結晶のX軸方向とSAW伝搬方向のなす角度を θ としている。

【0015】圧電基板のカット角を変更することは、単結晶の作製工程の条件変更等を伴い、コストが高くなる等の不具合があるため、比較的容易に変更できるSAW伝搬方向のなす角度 θ を変化させてSAW共振子を形成した。

【0016】 θ を変化させてSAW共振子を形成し、インピーダンスアナライザ等に接続し入力インピーダンス(Z_{in})の周波数特性を測定した一例を図7に示す。同図において、横軸は周波数、縦軸は Z_{in} の絶対値 $|Z_{in}|$ である。破線は従来の $\theta = 0^{\circ}$ で形成したSAW共振子の周波数特性、実線は $\theta = 5^{\circ}$ で形成したSAW共振子の周波数特性である。周波数特性を比較すると、 $\theta = 5^{\circ}$ の周波数特性の方が $\theta = 0^{\circ}$ の周波数特性に比較して Δf が増加していることが分かった。

【0017】上記のように θ を変化させることにより、 Δf が変化することを発見したため、更に θ の好適な範囲を求めるため、SAW共振子の周波数特性の θ 依存性を調査した。

【0018】図8は、LiNbO₃単結晶のX軸方向とSAW伝搬方向のなす角度 θ と、 Δf を共振点の周波数 f_1 で規格化した値 $\Delta f/f_1$ の関係を示すグラフである。同図において、横軸は θ 、縦軸は $\Delta f/f_1$ である。このグラフから分かるように、 θ の増加とともに $\Delta f/f_1$ も増加し、 $\theta =$ 約 6° でほぼ一定の値を示す傾向にあることが分かった。以上の結果から、 Δf を増加させるためには、 $\theta > 0^{\circ}$ であれば良く、より好適はフィルタ特性の通過帯域幅BWを中心周波数 f_0 で規格化した BW/f_0 は約5.3%必要され、また、共振周波数 f_1 と反共振周波数 f_2 の差 Δf を共振周波数 f_1 で規格化した $\Delta f/f_1$ の値が BW/f_0 とほぼ等しいため、 $\Delta f/f_1 \geq 5.3\%$ となるところがより望ましいことになる。すなわち、図8から明らかなように、 $2(2.3) \leq \theta \leq 7^{\circ}$ であることが判明した。

【0019】また、図9はLiNbO₃単結晶のX軸方向とSAW伝搬方向のなす角度 θ と、図2に示すようなSAWフィルタの挿入損失との関係を示すグラフである。同図において、横軸は θ 、縦軸は最小挿入損失である。このグラフから分かるように θ の増加とともに最小挿入損失も増加する傾向にあることが分かった。最小挿入損失は約3.5dB以下が必要とされるため、 $\theta \leq 7.0^{\circ}$ にする必要がある。

【0020】以上の検討により、LiNbO₃単結晶のX軸方向とSAW伝搬方向のなす角度 θ を $0^{\circ} < \theta \leq 7^{\circ}$ の範囲、より好適には $2 \leq \theta \leq 7^{\circ}$ とすることにより、従来

のチャープ型電極で発生していたスプリアス共振が発生することなく、 Δf を増加させることができるSAW共振子を作製できるようにした。

【0021】ここで、IDT電極および反射器はAlまたはAl合金(Al-Cu系、Al-Ti系等)からなり、蒸着法、スパッタリング法またはCVD法等の薄膜形成法により形成する。そして、IDT電極の対数は50~200程度、電極指の幅は $0.4 \sim 10 \mu m$ 程度、電極指の間隔は $0.4 \sim 10 \mu m$ 程度、IDT電極の厚みは $0.2 \sim 0.5 \mu m$ 程度とする、ことがSAW共振子あるいはSAWフィルタとしての特性を得る上で好適である。

【0022】また、IDT電極、反射器の上に、絶縁膜または半導電性膜を形成して、IDT電極等を確実に保護するようにしてもよい。

【0023】また、圧電基板の厚みは $0.1 \sim 0.5 mm$ 程度が良く、 $0.1 mm$ 未満では圧電基板が脆くなり、 $0.5 mm$ 超では材料コストが大きくなる。

【0024】なお、本発明は上記の実施形態に限定されるものではなく、弾性表面波装置は各種構成のものに適用可能であり、励振電極の形状も上記の櫛歯状に限定されない。また、SAWフィルタのかわりにSAWデュプレクサ等においても本発明が適用でき、本発明の要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更は何等差し支えない。

【0025】

【実施例】以下に、本発明に係る弾性表面波装置のより具体的な実施例について説明する。図3に示すSAW共振子を用い、図2に示すような2.5段 π 型のSAWフィルタを構成した。 64° YカットのLiNbO₃単結晶からなる圧電基板上に、単結晶のX軸との成す角度 $\theta = 5^{\circ}$ となる弾性表面波の伝搬方向にAlからなるSAWフィルタ用の回路パターンを形成することにより作製した。

【0026】具体的には、紫外線(Deep-UV)を用いた密着露光機によるフォトリソグラフィ法により、前記圧電基板用のウェハ上に多数のSAWフィルタ用のレジストのネガパターンを形成した。次いで、前記ネガパターン上に電子ビーム蒸着機でAlを形成した。その後、レジスト剥離液中で不要なAlをリフトオフし、IDT電極等の微細な回路パターンを形成した。

【0027】その後、電子ビーム蒸着機によりIDT電極の保護用であるSi膜をウェハ全面に形成した。次に、パターンニングの終了したウェハを個々のSAWフィルタ毎にダイシング法でカットし、個々のSAWフィルタのチップをSMD(Surface Mounted Device: 表面実装素子)用のパッケージ内にシリコン樹脂により接着し、載置固定した。

【0028】次に、上記パッケージ内のSAWフィルタについて、 $30 \mu m \phi$ (直径 $30 \mu m$)のAuワイヤーをパッケージの電極パッドとチップ上のAl電極パッドとを接続するように超音波ボンディングした後、パッケージリッドを被せ接着し、SAWフィルタのパッケージングを終了し

た。

【0029】この時、各IDT電極の対数は、105～120対、電極指の線幅は $1.1 \sim 1.2 \mu\text{m}$ 、電極指の間隔は $1.1 \sim 1.2 \mu\text{m}$ 、電極指の開口幅（交差幅）は $40 \sim 80 \mu\text{m}$ 、反射器の本数は各20本、電極の膜厚を $0.4 \mu\text{m}$ 、保護膜厚を $0.03 \mu\text{m}$ とした。

【0030】そして、比較のために、従来品も同様に作製した。電極の構成は本発明品と同じで圧電基板であるLiNbO₃単結晶は 64° Yカットで $\theta = 0^\circ$ とした。

【0031】そして、このSAWフィルタをネットワークアナライザに接続し、挿入損失の周波数特性を測定した。その結果、図10に示すように、従来品に対して通過帯域幅が大きく、且つ、通過帯域内のリップルが小さく、平坦性が良好であるという優れた特性を示した。

【0032】

【発明の効果】本発明の弾性表面波装置によれば、LiNbO₃単結晶のX軸方向とSAW伝搬方向のなす角度 θ を $2^\circ \sim 7^\circ$ の範囲にすることにより、従来のチャープ型電極で発生していたスプリアス共振が発生することなく、 Δf を増加させることができる優れたSAW共振子が作製でき、これにより、不要なスプリアス共振の発生を防止し、広帯域で特性の非常に優れた弾性表面波装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係る弾性表面波共振子のSAW伝搬方向を説明する平面図である。

【図2】本発明に係る弾性表面波装置の概略回路図であ

る。

【図3】本発明に係る弾性表面波共振子の一例を説明する平面図である。

【図4】従来のチャープ型電極を説明する平面図である。

【図5】弾性表面波共振子の入力インピーダンス $|Z_{in}|$ の周波数特性図である。

【図6】従来の弾性表面波共振子（チャープ型電極）の入力インピーダンス $|Z_{in}|$ の周波数特性図である。

【図7】本発明の弾性表面波共振子の入力インピーダンス $|Z_{in}|$ の周波数特性図である。

【図8】 64° YカットLiNbO₃単結晶のX軸方向とSAW伝搬方向のなす角度 θ と Δf を共振周波数 f_1 で規格化した $\Delta f/f_1$ の関係を示すグラフである。

【図9】 64° YカットLiNbO₃単結晶のX軸方向とSAW伝搬方向のなす角度 θ と共振抵抗の関係を示すグラフである。

【図10】本発明の弾性表面波装置の挿入損失の周波数特性を測定したグラフである。

【符号の説明】

1：IDT電極（励振電極）

2：反射器

3： 64° YカットLiNbO₃単結晶基板

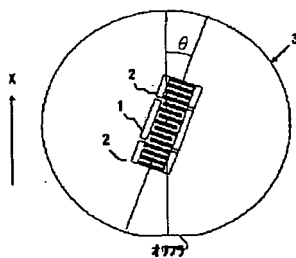
11, 12：直列共振子

13, 14, 15：並列共振子

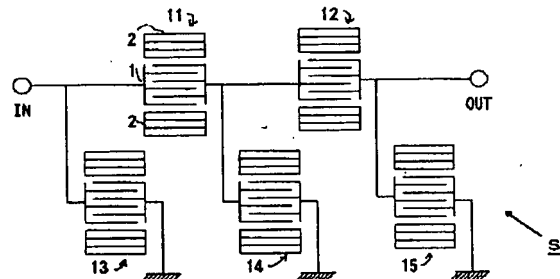
A, B：弾性表面波共振子

S：SAWフィルタ（弾性表面波装置）

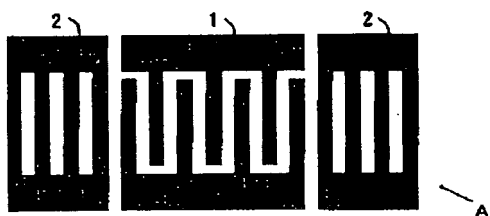
【図1】



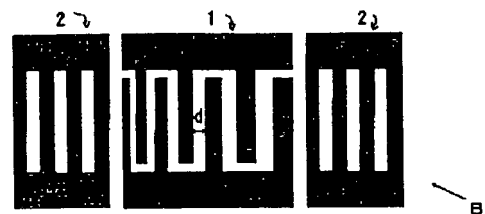
【図2】



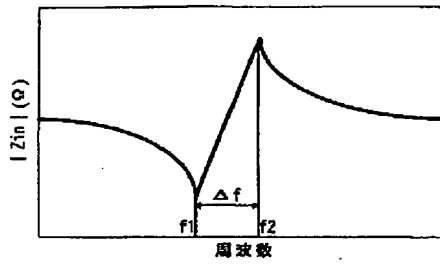
【図3】



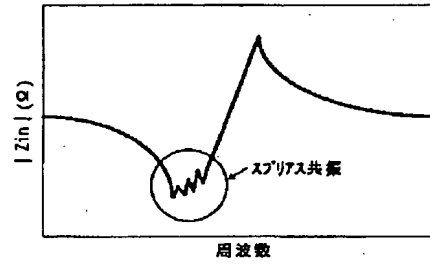
【図4】



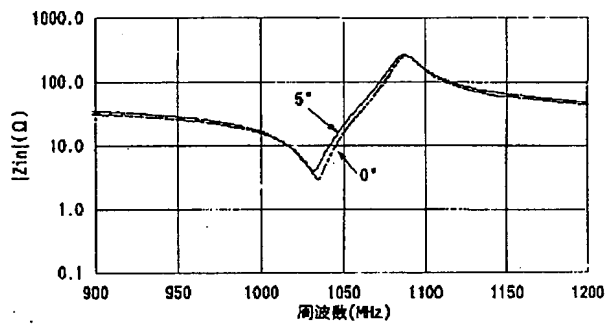
【図5】



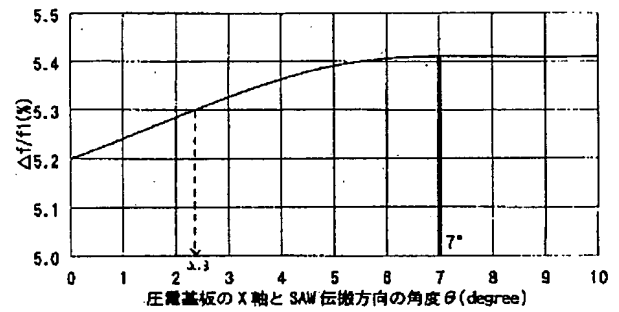
【図6】



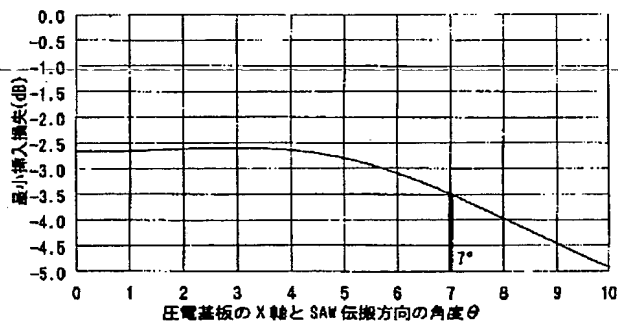
【図7】



【図8】



【図9】



【図10】

